

Projection cartographique

Notions principales

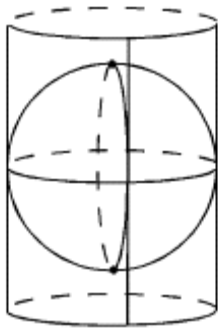
On appelle **représentation plane** ou plus simplement **projection** un ensemble de lois géométriques ou mathématiques qui permet de représenter sur un plan tout ou partie d'une surface courbe, qui est en général celle de la Terre. Les différentes représentations peuvent être symbolisées comme la représentation de la Terre sur une surface développable (cylindre ou cône) ou sur un plan. Il existe cependant des représentations qui n'entrent pas dans ces classifications.

Types de projections

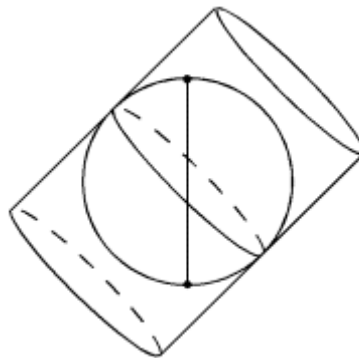
Projection cylindrique

La surface de projection est un cylindre tangent ou sécant au modèle de la Terre.

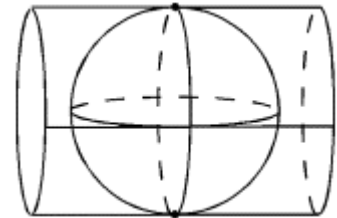
Exemples : UTM, Gauss...



représentation cylindrique directe



représentation cylindrique oblique

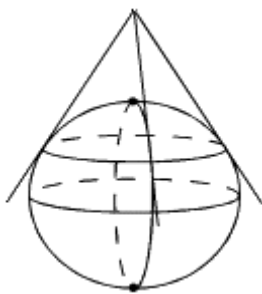


représentation cylindrique transverse

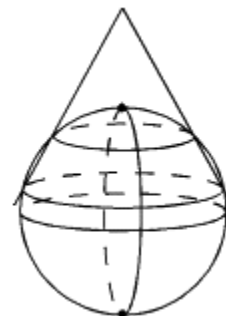
Projection conique

La surface de projection est un cône tangent ou sécant.

Exemples : Lambert ,Lambert-93, CC9Z...



représentation conique directe tangente



représentation conique directe sécante

Projection azimutale

Le plan lui-même est tangent au modèle de la terre.

Exemples : Stéréographie polaire (carte du ciel, cartes des régions polaires...)

Types de représentations

Le type de la représentation est caractérisé par les propriétés de l'image d'un cercle de la sphère.

Représentation conforme

L'image d'un cercle reste un cercle et les angles sont conservés.

Représentation équivalente

La surface d'un cercle est représentée par une ellipse de même aire et les surfaces sont conservées.

Contrairement à l'usage, il est préférable d'utiliser la convention E, N (Easting, Northing) pour désigner les abscisses et les ordonnées en projection afin d'éviter toute confusion avec les coordonnées cartésiennes (X, Y, Z).

Déformations

Aucune représentation ne peut conserver les longueurs sur tout son domaine.

Module linéaire

On appelle module linéaire le rapport de la longueur **ab** sur le plan à la longueur **AB** sur l'ellipsoïde.

$$\mu = ab / AB$$

Altération linéaire

On appelle altération linéaire la variation relative des longueurs dans la représentation.

$$\varepsilon = \mu - 1 = (ab - AB) / AB$$

Exemple : $\mu = 0,9996 \rightarrow \varepsilon = 400 \text{ mm/km}$

Isomètre centrale

La représentation étant conforme, le lieu des points de même module linéaire est appelé isomètre.

L'isomètre centrale est le lieu des points où le module linéaire a la valeur minimale.

Lignes automécoïque

Le lieu des points où le module linéaire est égal à l'unité correspond, pour des représentations sécantes, à deux isomètres particulières appelées parallèles automécoïques de la projection.

Projections utilisées en France métropolitaine

Les projections pour la métropole sont des représentations coniques (directes) et conformes. Les images des méridiens sont des droites concourantes et les images des parallèles sont des cercles concentriques. Leur centre commun, qui est l'image du pôle, est également le point de concours des images des méridiens.

Définition tangente

Le système doit conserver l'échelle linéaire le long d'un parallèle de latitude donnée ϕ_0 . Ce parallèle est choisi naturellement à la moyenne de la zone à représenter. Ce mode de définition est accompagné d'un facteur d'échelle k , permettant de réduire l'altération linéaire de la projection.

Définition sécante

Le système impose que l'échelle linéaire soit conservée sur deux parallèles de latitude ϕ_1 et ϕ_2 .

Remarque : Les définitions « tangente avec facteur d'échelle » et « sécante » sont équivalentes.

Gisement et azimut d'une direction

Le **gisement (G)** d'une direction est l'angle, dans le plan de projection, entre cette direction et le N du carroyage de la représentation, mesuré dans le sens des aiguilles d'une montre.

Elle se différencie de l'**azimut (Az)**, qui est l'angle entre la direction et celle du nord géographique.

Gisement de l'image du méridien ou « convergence des méridiens »

Le gisement du méridien (γ) est donné par la relation :

$$\gamma = \text{Arctg} [(E - E_0) / (r_0 - [N - N_0])]$$

avec : r_0 , rayon du parallèle ϕ_0 (latitude origine)

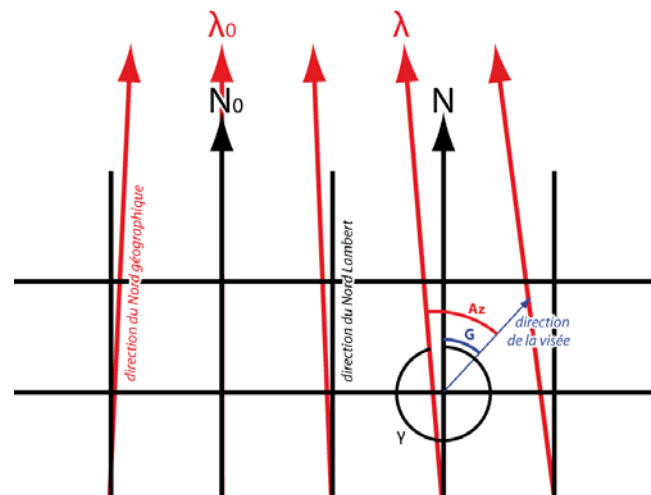
Pour les projections coniques conforme, cette relation se traduit plus simplement par :

$$\gamma = (\lambda - \lambda_0) \sin \phi_0$$

avec λ , longitude du méridien

λ_0 , longitude du méridien origine de la représentation

et ϕ_0 , latitude origine



Lambert-93

Définition

Sur recommandation du CNIG (Commission Nationale de l'Information Géographique), l'Institut Géographique National a mis en place un nouveau système géodésique, sous-ensemble du système européen EUREF : le RGF93.

L'expression des coordonnées dans ce système est tridimensionnelle sous forme de longitudes, latitudes et hauteurs ellipsoïdales. Les besoins de l'information géographique dans son exploitation actuelle requièrent l'utilisation de coordonnées planes issues d'une projection cartographique.

La projection Lambert-93 est associée au système RGF93. C'est la projection réglementaire en France.

Constantes de représentation

Les constantes de la projection ont été choisies afin de n'induire aucune confusion avec les coordonnées des autres projections (Lambert [NTF] I, II, III, IV, II étendu, UTM [E50 ou WGS84] f30, f31, f32).

Zone d'application	41° - 51° Nord
Longitude origine (méridien central de la projection)	3° Est de Greenwich
ϕ_0 (latitude origine)	46°30' Nord
E0	700 000 mètres
N0	6 600 000 mètres
Définition tangente	
ϕ_T (parallèle de tangence)	46°31'09"95535
Facteur d'échelle	0,999051030064
Définition sécante	
ϕ_1 et ϕ_2 (parallèles automécoïques)	44° Nord et 49° Nord

Conique Conforme 9 zones

Définition

Cette projection a été développée sur une recommandation du Groupe « Obligation de Rattachement » de la Commission des Référentiels du CNIG.

Le décret n° 2006-272 du 3 mars 2006¹ prévoit la possibilité de réaliser les levés de plans sur la France Métropolitaine dans une des zones de la projection *Coniques Conformées*. Ces représentations n'ont d'intérêt que pour des travaux sur des cartes et des plans papiers excluant, donc, des applications numériques. La projection *Coniques Conformées 9 zones* a été créée afin réduire fortement l'altération linéaire de la projection Lambert-93. Son emploi suppose donc que l'on fasse des mesures dont on espère une grande précision sur un plan papier. Il ne se justifie notamment ni pour les plans dont la précision est inférieure à l'altération linéaire du Lambert-93, ni pour les levés numériques, où l'altération linéaire peut être entièrement corrigée de manière simple.

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que, en introduisant des discontinuités aux frontières de zones, l'utilisation de la *Coniques Conformées 9 zones* complique les applications numériques. Elle peut générer des surcoûts importants par rapport à une solution utilisant Lambert-93, en particulier si l'application utilise des données en mode image. Par conséquent, l'IGN en déconseille l'usage pour toutes les applications faisant appel à des données numériques. Pour ses produits, l'IGN a choisi la seule projection nationale, Lambert-93.

Caractéristiques

→ Les neuf zones se succèdent du Sud au Nord. Chaque zone est centrée sur un parallèle de latitude ronde, allant du 42^{ème} au 50^{ème} degré de latitude Nord, avec une emprise de 1 degré de latitude de part et d'autre de ce parallèle.

→ Toutes les zones sont utiles, de manière à assurer un **plein recouvrement**. Le recouvrement entre deux zones consécutives est ainsi de 50%.

→ A chacune de ces 9 zones est associée une projection conique conforme portant la dénomination « CCxx », où xx correspond à la latitude du parallèle origine, soit CC42 (zone 1), CC43 (zone 2), CC44 (zone 3), CC45 (zone 4), CC46 (zone 5), CC47 (zone 6), CC48 (zone 7), CC49 (zone 8) et CC50 (zone 9).

→ L'altération linéaire est comprise entre les valeurs -9 cm / km et $+7\text{ cm / km}$

→ C'est une projection sécante.

Constantes de représentation

Exemple : Projection Conique Conforme CC47

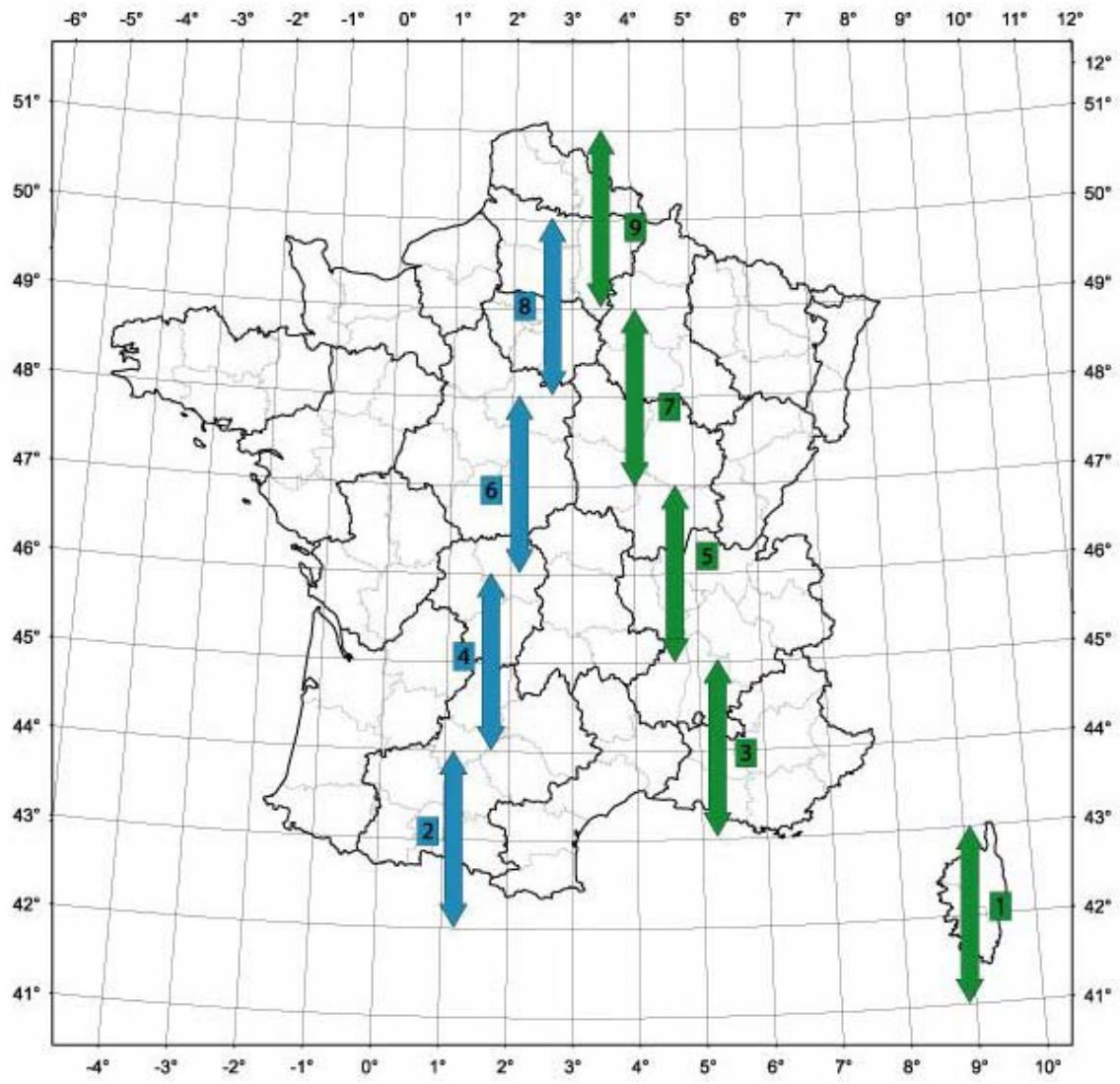
Zone d'application	Latitude origine +/- 111 kilomètres	de 46°N à 48°N
Longitude origine	3° Est Greenwich	3.00000000°E
E0	1 700 000 mètres	1 700 000
N0	(NZ x 1 000 000) + 200 000 mètres	6 200 000

Définition sécante

φ1 et φ2	φ0 +/- 0.75°	46.25000000°N et 47.75000000°N
φ0 (latitude origine)	(41 + NZ)°, avec NZ = n° de la zone	(NZ = 6 → latitude origine = 47°N)

¹ Décret modifiant le décret n° 2000-1276 du 26 décembre 2000 portant application de l'article 89 de la Loi n° 95-115 du 4 février 1995 modifiée d'Orientation pour l'Aménagement et le Développement du Territoire, relatif aux conditions d'exécution et de publication des levés de plans entrepris par les services publics

PROJECTION CONIQUE CONFORME 9 ZONES



Lambert OACI

Constantes de représentation

Zone d'application	Europe de l'Ouest
Longitude origine	2°30' Est de Greenwich
E0	700 000 mètres
N0	200 000 mètres
Définition sécante	
$\phi 1$ et $\phi 2$	36°15' Nord et 52°56' Nord
$\phi 0$	44°47'30"

UTM (Universal Transverse Mercator)

L'UTM est une projection cylindrique transverse qui couvre le monde entier et est constituée de 60 fuseaux de 6° d'amplitude en longitude.

Constantes de représentation

	UTM Nord – fuseau N	UTM Sud – fuseau N
Zone d'application	de 0° à 80° Nord	de 0° à 80° Sud
Longitude origine	$[6 \times (N - 31) + 3]^\circ$ sur Greenwich	$[6 \times (N - 31) + 3]^\circ$ sur Greenwich
E0	500 000 mètres	500 000 mètres
N0	0 mètres	10 000 000 mètres
Définition tangente		
$\phi 0$	0°	0°
Facteur d'échelle	0,9996 mètres	0,9996 mètres

La France métropolitaine se trouve sur 3 fuseaux

- UTM Nord fuseau 30 (entre 6° Ouest de Greenwich et 0°)
- UTM Nord fuseau 31 (entre 0° et 6° Est de Greenwich)
- UTM Nord fuseau 32 (entre 6° Est et 12° Est de Greenwich)

Guadeloupe et Martinique

- UTM Nord fuseau 20

Guyane

- UTM Nord fuseau 21
- UTM Nord fuseau 22

Réunion

- UTM Sud fuseau 40

Mayotte

- UTM Sud fuseau 38

Saint-Pierre-et-Miquelon

- UTM Nord fuseau 21